



⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 43 04 057 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**F 23 C 9/06**  
F 23 C 9/08  
F 23 C 3/00  
F 23 M 9/06  
F 24 H 1/34

②① Aktenzeichen: P 43 04 057.8  
②② Anmeldetag: 11. 2. 93  
④③ Offenlegungstag: 18. 8. 94

DE 43 04 057 A 1

⑦① Anmelder:

Fröling GmbH & Co Kessel-Apparatebau, 51491  
Overath, DE

⑦④ Vertreter:

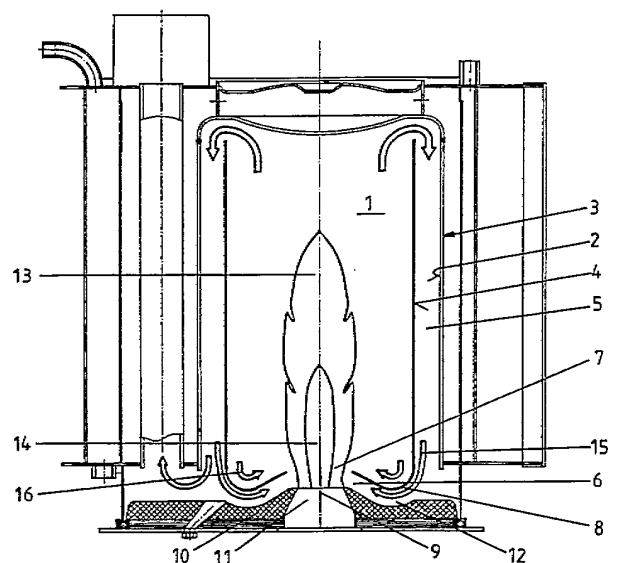
Lippert, H., Dipl.-Ing., 51427 Bergisch Gladbach;  
Stachow, E., Prof. Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 42651  
Solingen; Solms, J., Dipl.-Ing., 51427 Bergisch  
Gladbach; Schmidt, U., Ing.  
Faching.f.Schutzrechtswesen; Adler, P., Dipl.-Ing.  
Faching.f.Schutzrechtswesen; Hudler, F., Dipl.-Ing.  
Pat.-Ing., Pat.-Anwälte, 01309 Dresden

⑦② Erfinder:

Pinsch, Edmund, 5204 Lohmar, DE; Pfeifer, Michael,  
5205 Sankt Augustin, DE; Volkmann, Norbert, 5040  
Brühl, DE

⑤④ Heizkessel zur schadstoffarmen Verbrennung

- ⑤⑦ Um die Stickoxydbildung bei Heizkesselanlagen zu vermindern und gleichzeitig die Kohlenmonoxydbildung zu reduzieren, wird vorgeschlagen, der Brennerflamme (15) im Bereich des Flammenmundes (7) einen Teil der Rauchgasmenge (15) rezirkulierend zuzuführen und die Strömungsgeschwindigkeit der zugeführten Rauchgasmenge (15) durch ein venturidüsenartiges Beschleunigungsprofil (12) zu erhöhen, dessen Austritt auf den Flammenkern (14) gerichtet ist. Durch diese Maßnahme wird die relative kalte Rauchgasmenge (15) in den Flammenkern (14) eingeblasen und führt durch eine Senkung der Verbrennungstemperatur und des Sauerstoffpartialdruckes zu einer Minimierung der Stickoxydbildung, wobei die äußeren Flammenbereiche relativ heiß bleiben und eine vollständige Verbrennung erfolgt, so daß wenig Kohlenmonoxid entsteht und der Ausstoß an unverbrannten Kohlenwasserstoffen gering ist.



DE 43 04 057 A 1

Die Erfindung betrifft einen Heizkessel zur schadstoffarmen Verbrennung von flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen in einer zur Brennerdüse hin offenen, topfförmigen Brennkammer, die in einem Feuerungsraum angeordnet ist, wobei ein Teil der entstandenen Rauchgase rezirkulierend der Brennerflamme im Bereich des offenen Brennkammerbodens zugeführt wird und zwischen dem Türstein zur Aufnahme des Brennerflamrohrs und der Außenseite des Brennkammerbodens ein ringförmiger Gasrückführungsraum vorgesehen ist.

Ein derartiger Heizkessel ist beispielsweise aus dem deutschen Gebrauchsmuster G 90 02 832 bekannt. Es handelt sich hierbei um einen sogenannten Dreizugkessel, bei dem der erste Zug durch die topfförmige Brennkammer, in der die Rauchgase entstehen und der zweite Zug durch das Rippenteil eines Wärmetauschers gebildet wird, durch den die entstandenen Rauchgase außerhalb der Brennkammer in Richtung zur Brennerdüse zurückströmen. Der dritte Zug wird durch die Abgaszuführung zum Kamin gebildet.

Nach dem zweiten Zug, d. h. wenn die Rauchgase das Rippenprofil des Wärmetauschers durchströmt haben, wird ein Teil des Rauchgases durch einen ringförmigen Gasrückführungsraum geleitet und schließlich durch eine Art Ringspaltdüse der Brennerflamme zugeführt.

Diese sogenannte Rezirkulation von Rauchgasen hat, wie durch umfangreiche Untersuchungen festgestellt werden konnte, einen bedeutsamen Einfluß insbesondere auf die Bildung von Stickoxyden. Grob vereinfachend kann in diesem Zusammenhang festgestellt werden, daß bei steigender Rezirkulationsmenge die  $\text{NO}_x$ -Bildung stark unterdrückt wird, wohingegen die Temperatur des rückgeführten Abgases auf die  $\text{NO}_x$ -Bildung von geringerem Einfluß ist.

Bei Kleinf Feuerungsanlagen, wie sie zur Gebäudebeheizung üblich sind, ist dabei zu beachten, daß diese üblicherweise mit einstufigen Brennern ausgerüstet sind, die relativ häufig ein- und ausgeschaltet werden. Dadurch befindet sich der Heizkessel häufig in einem sogenannten Anfahrbereich, bei dem die Temperaturbeaufschlagung im Inneren des Kessels relativ gering ist und eine erhöhte Kohlenmonoxydbildung festzustellen ist.

Bei Heizkesseln der oben beschriebenen Art wird dieser Effekt durch die rezirkulierende rückgeführte Abgasmenge noch verstärkt, so daß hinsichtlich der Bildung des extrem giftigen Kohlenmonoxyd bisher keine befriedigende Lösung bei häufig ein- und auszuschaltenden einstufigen Brennern gefunden werden konnte.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Heizkessel zur schadstoffarmen Verbrennung von flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen zu schaffen, bei dem trotz häufigen Ein- und Ausschaltens des Brenners die Stickoxyd- und Kohlenmonoxydbildung insgesamt verringert ist.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Gasrückführungsraum durch die geometrische Gestaltung des Türsteines und des Brennkammerbodens als auf den Flammenkern weisendes venturidüsenartiges Beschleunigungsprofil für die rezirkulierende Rauchgasmenge ausgebildet ist.

Während bei den bisher bekannten Heizkesseln mit rezirkulierender Abgasrückführung die Abgase im Bereich der Zuführung zum Flammenmund einen erhöhten Strömungswiderstand überwinden müssen, der zu

einer Herabsetzung der Strömungsgeschwindigkeit führt, wird die rezirkulierende Abgasmenge bei dem erfindungsgemäßen Heizkessel in diesem Bereich durch die venturidüsenartige Ausbildung des Gasrückführungsraumes in Richtung zum Flammenkern hin beschleunigt. Dadurch treten die Abgase, die einen relativ niedrigen Sauerstoffpartialdruck aufweisen, in verstärktem Maße in den Flammenkernbereich ein und können in dieser heißen Zone die Bildung von  $\text{NO}_x$  wirksam unterdrücken, da deren Bildung neben der Verbrennungstemperatur vom Sauerstoffpartialdruck des Brenngasgemisches abhängt. Die Absenkung der Verbrennungstemperatur im Flammenkernbereich hat, wie erwähnt, eine weitere Reduzierung der Stickoxydbildung zur Folge.

Da bei dem erfindungsgemäßen Heizkessel im Flammenaußenbereich nur wenig rezirkulierende kalte Abgase zugeführt werden, liegt hier die Verbrennungstemperatur in einem Bereich, in dem eine relativ vollständige Verbrennung der Kohlenstoffträger auch im Anfahrzustand des Heizkessels erfolgt und somit die Bildung von Kohlenmonoxid reduziert wird.

Die richtige Einstellung der Verbrennungstemperatur im Außenbereich der Flamme wird auch dadurch erreicht, daß ein gewisser Teil des heißen Rauchgases im Inneren der topfförmigen Brennkammer zirkuliert, der nicht oder nur relativ wenig abkühlt. Auf diese Weise werden bei dem erfindungsgemäßen Heizkessel dem Flammenbereich im Prinzip zwei rezirkulierende Abgas mengen zugeführt, zum einen die abgekühlte Abgasmenge, die durch die Venturidüse in das Flammeninnere beschleunigt wird und zum anderen eine kleinere im Inneren der Brennkammer rezirkulierende, heiße Abgasmenge, die die Verbrennungstemperatur im Außenbereich der Flamme erhöht.

Um diese beschriebene Wirkung zu erzielen, ist es vorteilhaft, wenn der Brennkammerboden mit zum Brennerstein kurvenartig vorgewölbten Übergängen trichterförmig ausgebildet ist. Auf diese Weise können sich für beide Abgasrezirkulationsmengen günstige Strömungsverhältnisse ergeben.

Ein verstärkter Rezirkulationseffekt von heißen Abgasen im Flammenmundbereich kann dadurch bewirkt werden, daß ein in die Brennkammer ragendes, den Flammenkern teilweise umhüllendes Rohrstück eingesetzt wird, wobei zwischen dem Brennkammerboden und dem Rohrstück ein Ringspalt, Durchbrüche, Schlitze oder dergleichen vorgesehen sind, die einen bestimmten Teil der im unteren Bereich der Brennkammer rezirkulierenden heißen Abgase zur Flamme strömen lassen. Die Größe des Ringspaltes hängt dabei von der Kesselbaugröße bzw. den verwendeten Heizmedien ab.

Eine weitere Anpassung der in den Flammenbereich eintretenden rezirkulierenden Abgasmenge kann dadurch erfolgen, daß in der Seitenwandung des Rohrstückes weitere Durchbrüche, Schlitze oder dergleichen vorgesehen sind, durch die rezirkulierende heiße Verbrennungsgase in den Flammenbereich eintreten können. Wenn derartige Durchbrüche in der Seitenwandung des Rohrstückes mit inneren Abrißkanten ausgebildet sind, kann auf diese Weise die Injektorwirkung der Flamme verstärkt werden und die Zumischung von heißen Abgasen erhöht werden.

Bei den beschriebenen Ausbildungen des den Flammenmund umgebenden Rohrstückes bleibt jedoch die Zufuhr von relativ kaltem Rauchgas durch die Venturidüse zur Stickoxydreduzierung bei gleichzeitiger Kohlenmonoxidminimierung wesentlich.

Durch die Beaufschlagung der Flamme im Flammenkern mit kaltem Rauch und die Zuführung von relativ heißem Rauchgas in den äußeren Flammenbereich wird auch gleichzeitig der Ausstoß von unverbrannten Kohlenwasserstoffen drastisch reduziert, so daß der erfindungsgemäße Heizkessel insgesamt einen erheblich verminderten Schadstoffausstoß hat.

Die Rauchgasrückführung im Bereich des Brennerflammmrohrs führt unter Umständen zu einer relativ starken thermischen Beaufschlagung dieses Bauteiles. Dieser Tatsache wurde den bisherigen Kesseltypen relativ wenig Beachtung geschenkt.

Um das Brennerflammmrohr in diesem Bereich zu schützen, weist der Türstein im Bereich des Brennerflammmrohrs einen vorzugsweise konisch sich verjüngenden Kegel auf, der das Brennerflammmrohr bis zu seiner vorderen Stirnfläche umgibt. Dadurch wird gleichzeitig die Brennertür isoliert, so daß der Brennerstein eine doppelte Funktion wahrnimmt.

Die Erfindung wird in der Zeichnung beispielsweise veranschaulicht und nachfolgend im einzelnen anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Dreizugheizkessel mit Rauchgasrezirkulation,

Fig. 2 einen Schnitt gemäß Fig. 1, der die Strömungsverhältnisse im Bereich des Flammenmundes darstellt,

Fig. 3 einen Schnitt durch einen Heizkessel mit einem zylindrischen Rohrstück hinter dem Brennkammerboden,

Fig. 4 einen Schnitt gemäß Fig. 3 zur Verdeutlichung der Strömungsverhältnisse im Bereich des Flammenmundes und

Fig. 5 einen Schnitt gemäß Fig. 5, bei dem das Rohrstück zusätzliche Durchtrittsöffnungen für rezirkulierende Rauchgase aufweist.

Der in Fig. 1 dargestellte Heizkessel arbeitet nach dem Prinzip eines sogenannten Dreizugkessels. Dabei wird die eigentliche Brennkammer 1 als erster Zug bezeichnet, in dem die Rauchgase aufgrund der Flammenverbrennung entstehen. Der zweite Zug wird durch die Innenseite 2 des Feuerungsraumes 3 und die Außenseite 4 der Brennkammer 1 gebildet. Durch den durch diese Flächen gebildeten Rückströmraum 5 strömen die gebildeten Rauchgase entgegen der Flammenrichtung zurück, wobei sich in diesem Rückströmraum 5 üblicherweise nicht dargestellte Wärmetauscher befinden, die die heißen Rauchgase abkühlen und die Wärme beispielsweise zur Warmwassererzeugung oder dergleichen abführen.

Nach dem Durchströmen des Rückströmraumes 5 treten die abgekühlten Rauchgase teilweise durch ein venturidüsenartiges Beschleunigungsprofil 6 im Bereich des Flammenmundes 7 erneut in die Brennkammer 1 ein und erniedrigen aufgrund ihrer Zusammensetzung den Sauerstoffpartialdruck der zur Verbrennung gelangenden Gase, so daß die Bildung von Stickoxyden reduziert wird. Der gleiche Effekt wird durch die Senkung der Flammenkerntemperatur erreicht.

Ein größerer Teil des durch den Rückströmraum 5 geführten Rauchgases tritt über den sogenannten dritten Zug in den Kamin bzw. die Rauchgasabführung ein.

Wie aus Fig. 1 weiter zu entnehmen ist, ist der Brennkammerboden 8 der Brennkammer 1 zur Brennerdüse 9 hin offen und bildet eine Art Trichter, der mit der Innenfläche des Türsteines 10, der das Brennerflammmrohr 11 umgibt, ein ringförmiges Beschleunigungsprofil 12 bildet, dessen Querschnitt sich zunächst verengt und unmittelbar vor der Brennerflamme 13 bzw. dem Flam-

menkern 14 im Bereich des Flammenmundes 7 erweitert, so daß eine Beschleunigung der durch das Beschleunigungsprofil 12 rezirkulierend geführten Rauchgase in Richtung auf den Flammenkern (14) erfolgt.

Der Türstein 10 ist so ausgebildet, daß er eine ausreichende Isolation des Heizkessels bewirkt und einen thermischen Schutz für das Brennerflammmrohr 11 darstellt.

Neben der durch die Pfeile 15 dargestellten rezirkulierenden Rauchgasmenge, die aufgrund des Durchströmens durch den zweiten Zug 5 relativ kalt ist, rezirkuliert ein kleinerer Teil der Rauchgasmenge im Inneren der Brennkammer 1. Diese relativ heiße rezirkulierende Rauchgasmenge ist durch die Pfeile 16 gekennzeichnet. Diese Rauchgasmenge 16 sorgt dafür, daß die Außenbereiche der Brennerflamme 13 von einem relativ heißen Gasgemisch umgeben sind und somit eine gute Verbrennung erreicht wird, wodurch die Bildung von Kohlenmonoxid minimiert wird und der Ausstoß von unverbrannten Kohlenwasserstoffen reduziert wird.

Eine Darstellung der Strömungsverhältnisse im Bereich des Flammenmundes 7 stellt Fig. 2 dar. Es ist zu erkennen, daß die durch das Beschleunigungsprofil 6 zugeführte Rauchgasmenge 15 unmittelbar in den Flammenkern 14 eintreten kann, während die im Inneren der Brennkammer 1 rezirkulierende Rauchgasmenge 16 unter Wirbelbildung lediglich den Außenbereich der Brennerflamme 13 umgibt.

Der Heizkessel gemäß Fig. 3 unterscheidet sich von dem in Fig. 1 lediglich dadurch, daß ein den Flammenmund 7 umgebendes zylindrisches Rohrstück 17 vorgesehen ist, zwischen dessen Eintrittsöffnung 18 und der Öffnung 19 des Brennkammerbodens 8 ein Ringspalt 20 ausgebildet ist. Durch die beschleunigte Rauchgasmenge 15 und die Injektorwirkung der Brennerflamme 13 tritt ein Teil der innen zirkulierenden Rauchgasmenge 16 durch den Ringspalt 20 mit erhöhter Geschwindigkeit ein, so daß die Eindringtiefe der heißen Rauchgasmenge 16 in die Brennerflamme 13 bei dieser Ausbildung des erfindungsgemäßen Heizkessels etwas größer ist als bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 1.

Eine weitere Möglichkeit, die Menge und Eindringtiefe der rezirkulierenden Rauchgasmenge 16 zu beeinflussen, besteht darin, in der Außenwandung 21 des zylindrischen Rohrstückes 17 Schlitze 22 mit nach innen weisenden Abrißkanten 23 vorzusehen.

Durch den hinter den Abrißkanten 23 auftretenden Unterdruck werden hier zusätzliche relativ heiße Rauchgas Mengen 16 in das Rohrstück 17 und damit in die Brennerflamme 13 eingesaugt.

Die jeweilige optimale Ausgestaltung der Brennkammer 1 bzw. des Brennkammerbodens 8 oder des zylindrischen Rohrstückes 17 hängt vom u. a. eingesetzten Verbrennungsmedium, der Wärmeleistung des Heizkessels und der Betriebsart ab. So konnte beispielsweise bei Heizkesseln, deren Brenner sehr häufig ein- und ausgeschaltet werden, die CO-Bildung beim Anfahren bzw. Aufheizen des Kessels bei einer Anordnung gemäß Fig. 5 auf den geringsten Wert eingestellt werden.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Brennkammer
- 2 Innenseite
- 3 Feuerungsraum
- 4 Außenseite
- 5 Rückströmraum
- 6 Beschleunigungsprofil

7	Flammenmund	
8	Brennkammerboden	
9	Brennerdüse	
10	Türstein	
11	Brennerflamrohr	5
12	Beschleunigungsprofil	
13	Brennerflamme	
14	Flammenkern	
15	außen rezirkulierende Rauchgasmenge	
16	innen rezirkulierende Rauchgasmenge	10
17	zylindrisches Rohrstück	
18	Eintrittsöffnung	
19	Öffnung	
20	Ringspalt	
21	Außenwandung	15
22	Schlitz	
23	Abrißkante	

dadurch gekennzeichnet, daß der Türstein (10) zur Aufnahme des Brennerflamrohrs (11) einen bis an die stirnseitige Umfangsfläche des Brennerflamrohrs (11) reichenden Vorsprung aufweist.  
 7. Heizkessel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorsprung als sich konisch verjüngender Kegelstumpf ausgebildet ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

1. Heizkessel zur schadstoffarmen Verbrennung von flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen in einer zur Brennerdüse hin offenen, topfförmigen Brennkammer, die in einem Feuerungsraum angeordnet ist, wobei ein Teil der entstandenen Rauchgase rezirkulierend der Brennerflamme im Bereich des offenen Brennkammerbodens zugeführt wird und zwischen dem Türstein zur Aufnahme des Brennerflamrohrs und der Außenseite des Brennkammerbodens ein ringförmiger Gasrückführungsraum vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gasrückführungsraum durch die geometrische Gestaltung des Türsteines (10) und des Brennkammerbodens (8) ein auf den Flammenkern (14) weisendes venturidüsenartiges Beschleunigungsprofil (12) für die rezirkulierende Rauchgasmenge (15) ausgebildet ist. 20
2. Heizkessel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennkammerboden (8) zur Erzielung einer im Inneren der Brennkammer (1) stattfindenden Rauchgasrezirkulation mit kurvenartig vorgewölbten Übergängen trichterförmig ausgebildet ist. 25
3. Heizkessel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Brennkammerbodenöffnung (19) ein in die Brennkammer (1) ragendes, die Brennerflamme (13) teilweise umhüllendes, zylindrisches Rohrstück (17) vorgesehen ist, wobei zwischen der Innenseite des Brennkammerbodens (8) und der Seitenwandung des Rohrstückes (17) ein Ringspalt (20), Durchbrüche, Schlitze oder dergleichen zum Eintritt von im Inneren der Brennkammer (1) rezirkulierenden Rauchgasen (16) in die Brennerflamme (13) vorgesehen sind. 30
4. Heizkessel nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Seitenwandung des Rohrstückes (17) im Abstand zu seiner offenen Stirnfläche Durchbrüche, Schlitze (22) oder dergleichen zum Durchtritt von im Inneren der Brennkammer (1) rezirkulierenden Rauchgasen (16) in die Brennerflamme (13) vorgesehen sind. 35
5. Heizkessel nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrstück (17) im Bereich der Durchbrüche, Schlitze (22) oder dergleichen in Strömungsrichtung der Brennerflamme (13) nach innen weisende Abrißkanten (23) zur Erhöhung der Injektorwirkung aufweisen. 40
6. Heizkessel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, 45

- Leerseite -

Fig. 1

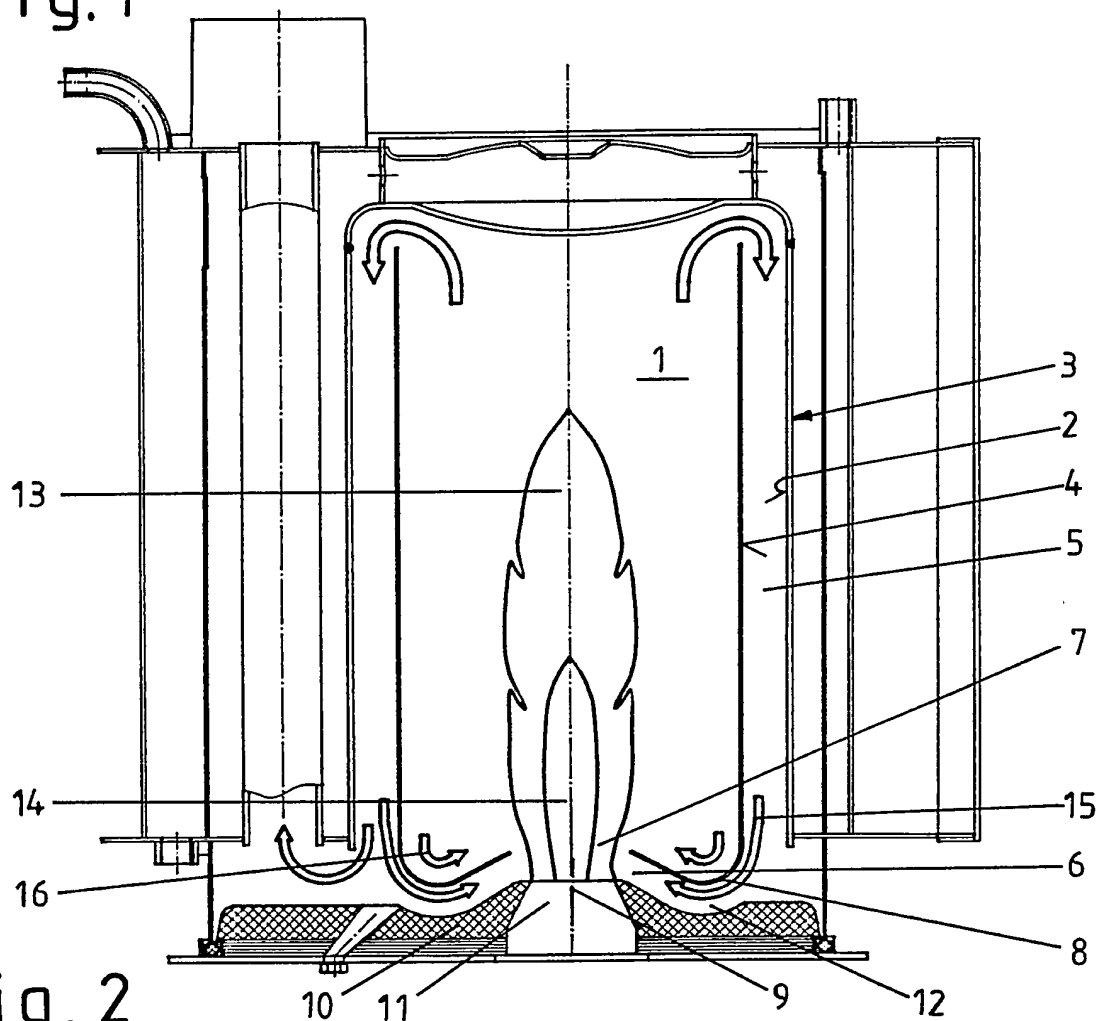


Fig. 2

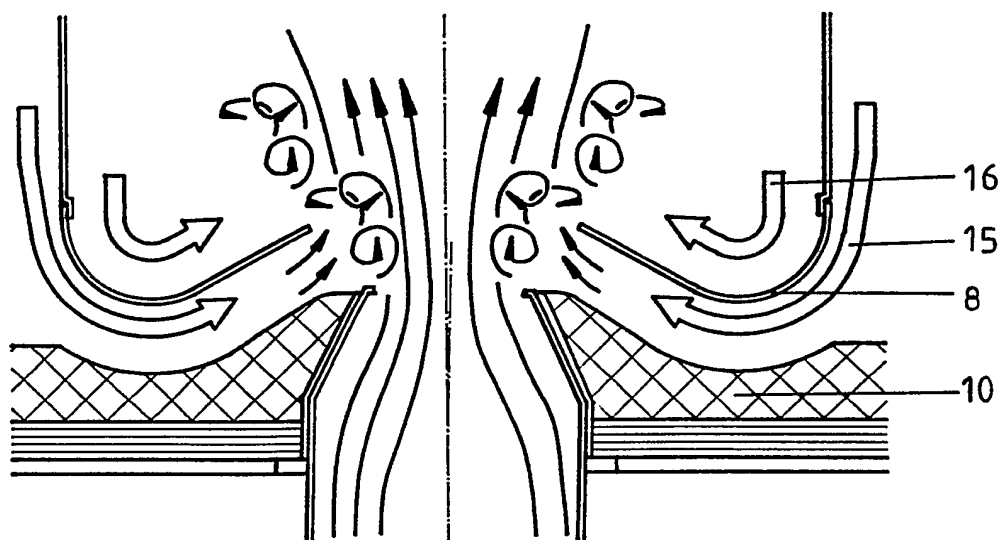


Fig. 3

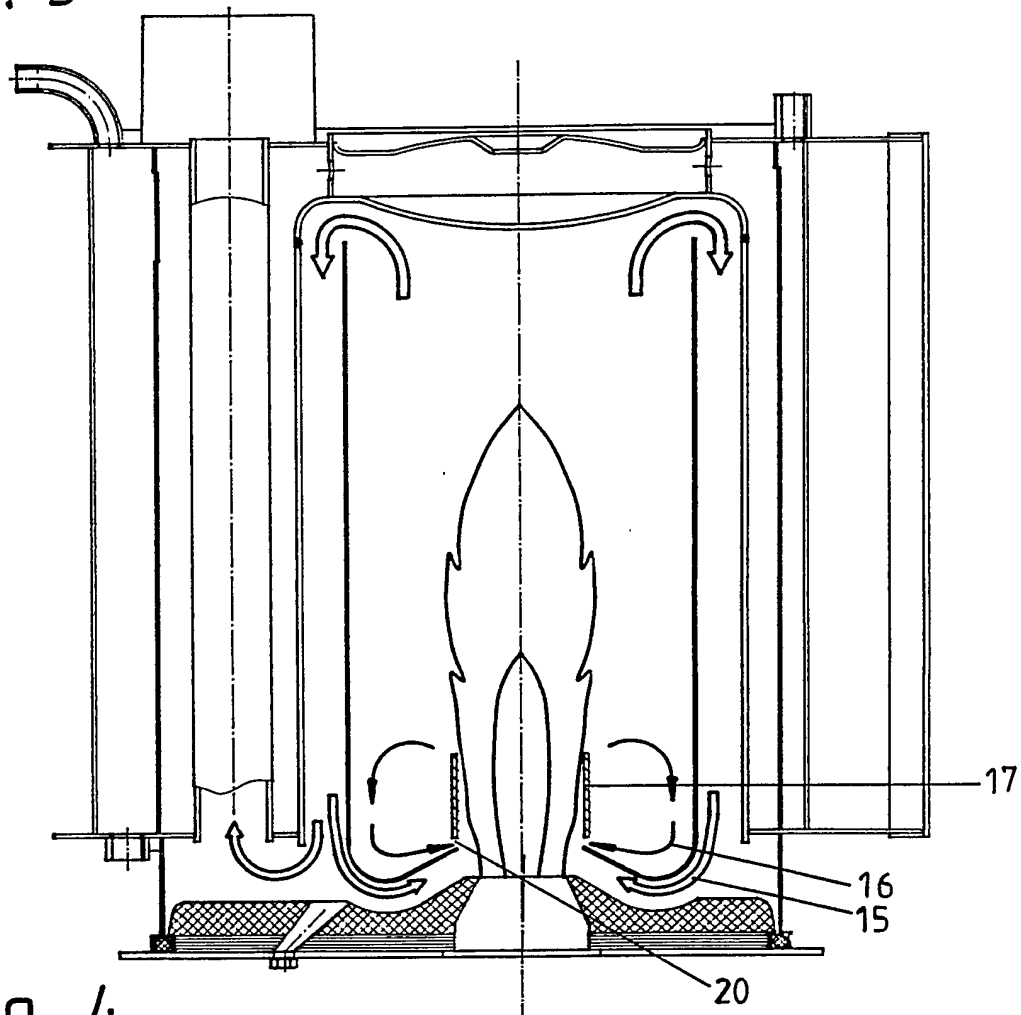


Fig. 4

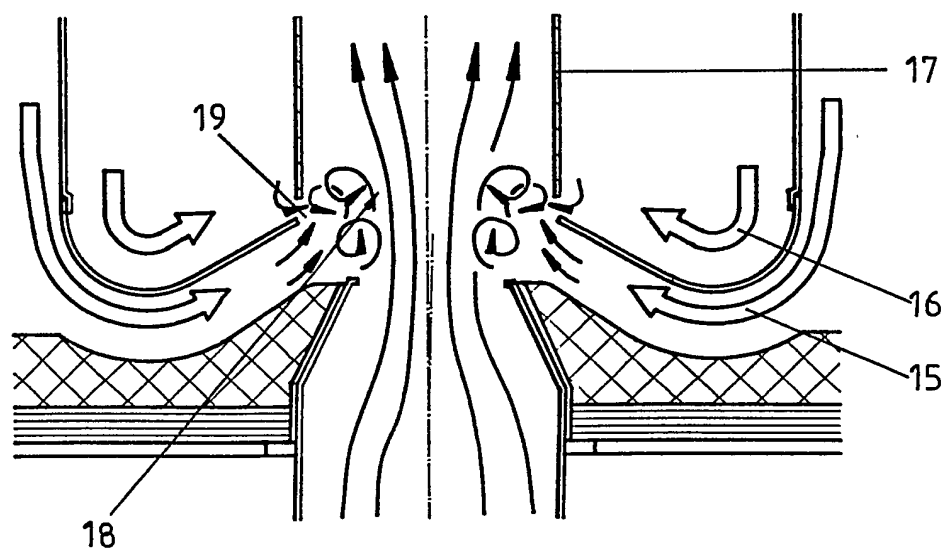
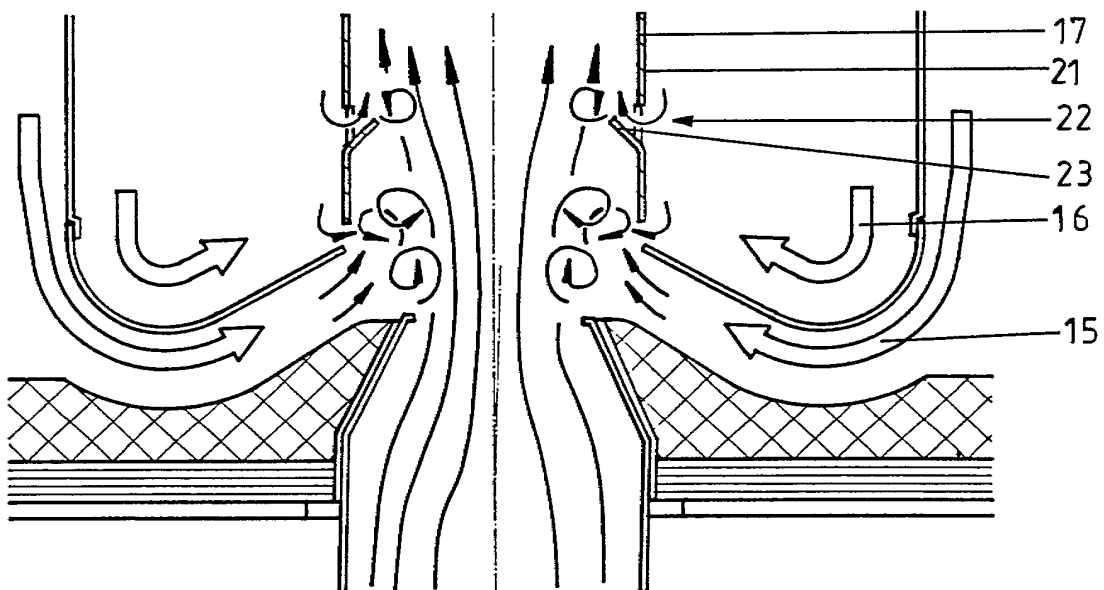


Fig. 5





**PUB-NO:** DE004304057A1  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** DE 4304057 A1  
**TITLE:** Heating boiler for low-pollutant  
combustion  
**PUBN-DATE:** August 18, 1994

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
PINSCH, EDMUND	DE
PFEIFER, MICHAEL	DE
VOLKMANN, NORBERT	DE

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
FROELING KESSEL APP	DE

**APPL-NO:** DE04304057  
**APPL-DATE:** February 11, 1993

**PRIORITY-DATA:** DE04304057A (February 11, 1993)

**INT-CL (IPC):** F23C009/06 , F23C009/08 , F23C003/00 , F23M009/06 ,  
F24H001/34

**EUR-CL (EPC):** F23C003/00 , F23C009/00 , F23C009/08 ,  
F24H001/26 , F24H001/28

**US-CL-CURRENT:** 110/321

**ABSTRACT:**

In order to diminish the formation of nitrogen oxides in heating boiler installations and at the same time reduce the formation of carbon monoxide it is proposed that the burner flame (15) in the region of the mouth (7) of the flame be fed with a portion of the flue gas stream (15) in a recirculating manner and that the flow velocity of the flue gas stream (15) fed in be increased by a venturi nozzle-like acceleration profile (12), whose outlet is directed at the inner cone (14) of the flame. This measure causes the relatively cold flue gas stream (15) to be injected into the inner cone (14) of the flame and, as a result of a reduction in the combustion temperature and in the oxygen partial pressure, leads to the formation of nitrogen oxides being minimized, the outer flame zones remaining relatively hot and complete combustion taking place, so that little carbon monoxide is formed and the discharge of unburnt hydrocarbons is low. □